

Pengaruh Lama Penyimpanan Nira Kental Sulfitasi Terhadap Karakteristik Nira Pada Proses Produksi Gula

Effect of Sulfitation Duration Condensed Sap Storage on Sap Characteristics in Sugar Production Process

Arisma Dila Aryani¹, Desiana Nuriza Putri^{1*}, Noor Harini¹, Tofan Andrew Irawan²

¹Department of Food Technology, Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, University of Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia, ²Pabrik Gula Kebon Agung Malang

¹Progam Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang, Jawa Timur

*Email korespondensi: desiana@umm.ac.id

Abstrak

Nira Kental Sulfitasi merupakan air tebu yang sudah melewati beberapa proses produksi mulai dari penggilingan, pemurnian sampai penguapan dan sudah tercampur dengan zat-zat lain misalnya zat kapur/belerang. Salah satu masalah yang terdapat di pabrik gula Indonesia adalah waktu tunggu nira kental sulfitasi pada peti nira kental sebelum dilakukan proses pemasakan. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal seperti kerusakan mesin produksi, proses pemasakan yang kelebihan kapasitas dan *millwash*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan nira kental sulfitasi terhadap karakteristik nira yang dihasilkan pada proses produksi gula kristal putih. Sampel yang digunakan adalah nira kental sulfitasi yang diambil pada peti nira kental dengan lima perlakuan yaitu lama penyimpanan 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam serta 8 jam. Parameter yang diuji meliputi total padatan terlarut (%Brix), kandungan gula, pH, warna, turbidity. Hasil menunjukkan penyimpanan nira kental sulfitasi berpengaruh nyata terhadap %Brix. Pada penyimpanan 0 jam sampai 4 jam mengalami kenaikan dan mengalami penurunan setelah 6 jam penyimpanan begitu juga dengan kandungan gula. Lama penyimpanan 0 jam berbeda nyata dengan lama penyimpanan 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam terhadap pH nira kental sulfitasi dikarenakan penambahan susu kapur untuk menjaga pH nira agar tetap tinggi dan mencegah hidrolisis baik oleh pengaruh mikroba maupun asam. Semakin lama penyimpanan, warna yang dihasilkan coklat kehitaman dan lebih keruh.

Kata kunci : Fermentasi, Hidrolisis, Karakteristik nira kental sulfitasi, Reaksi *maillard*

Abstract

Sulfated condensed Nira is sugar cane juice that has gone through several production processes starting from milling, refining to evaporation and has been mixed with other substances such as lime/sulfur. One of the problems found in Indonesian sugar factories is the waiting time for the thick sap to sulfite in the thick sap crate before the cooking process is carried out. This is caused by several things such as damage to production machines, overcapacity of the cooking process and millwash. The aim of this research is to determine the effect of storage time for sulfited thick sap on the characteristics of the sap produced in the white crystal sugar production process. The sample used was sulphated thick sap taken from thick sap crates with five treatments, namely storage time of 0 hours, 2 hours, 4 hours, 6 hours and 8 hours. Parameters tested include total dissolved solids (%Brix), sugar content, pH, color, turbidity. The results show that storage of sulfited thick sap has a significant effect on %Brix. At 0 hours to 4 hours of storage it increased and decreased after 6 hours of storage as did the sugar content. The storage time of 0 hours is significantly different from the storage time of 2 hours, 4 hours, 6 hours and 8 hours in terms of the pH of the thick sulfited sap due to the addition of milk of lime to maintain the pH of the sap high and prevent hydrolysis either by microbial or acid influences. The longer the storage, the resulting color is blackish brown and more cloudy.

Keywords: Fermentation, Hydrolysis, Characteristics of thick sulphurous juice, Maillard reaction

1. PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum sp.*) merupakan komoditas yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan gula kristal putih. Kualitas gula kristal putih ditentukan oleh bahan baku utamanya yaitu nira tebu (Salam *et al.*, 2018). Nira tebu merupakan cairan hasil perasan yang diperoleh dari penggilingan tebu yang berwarna coklat kehijauan. Nira tebu mengandung zat selain gula (zat non gula) yang terdiri dari air 77-88%, zat anorganik 0,2-0,6%, serabut 11-19% dan zat organik 0,5-1% (Widyastuti, 2017). Sifat nira tebu yaitu memiliki pH asam 4,9-5,5 dan mudah mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh adanya mikroorganisme khususnya bakteri dan khamir, kerusakan nira dapat ditandai dengan rasa nira menjadi masam, berbuih putih dan berlendir (Dwi Erwinda & Susanto, 2018).

Bahan kimia yang ditambahkan dalam produksi gula kristal putih di pabrik gula Indonesia antara lain kapur tohor (CaO), belerang (S), batu kapur (CaCO₃), dan flokulan (Mochtar, 2019). Pengolahan Tebu menjadi gula kristal putih terdiri dari beberapa tahap antara lain penggilingan yang menghasilkan nira mentah, pemurnian yang menghasilkan nira murni, lalu penguapan yang menghasilkan nira kental (Soejana, 2020). Nira Kental Sulfitasi merupakan air tebu yang sudah melewati beberapa proses produksi mulai dari penggilingan, pemurnian sampai penguapan dan sudah tercampur dengan zat zat lain misalnya zat kapur atau belerang. Nira kental sulfitasi tersebut sebelum dilakukan proses pemasakan atau pengkristalan ditampung terlebih dahulu di peti nira kental sekitar 4 atau lebih dari 4 jam (Kosanke, 2019).

Salah satu masalah yang terdapat di pabrik gula Indonesia adalah waktu tunggu nira kental sulfitasi pada peti nira kental sebelum dilakukan proses pemasakan. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal seperti kerusakan mesin produksi, proses pemasakan yang kelebihan kapasitas dan proses *millwash*. *Millwash* adalah pembersihan dan perbaikan semua peralatan/mesin produksi di pabrik dan dilakukan setiap satu juta kw tebu digiling. (Ningsih *et al.*, 2016).

Beberapa penelitian telah membahas mengenai kualitas nira setelah dilakukan penyimpanan termasuk perubahan pH, kandungan gula, total asam. Nilai pH nira berubah dari 4,7 menjadi 4 setelah penyimpanan 8 jam. Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam perubahan pH selama periode ini (Filianty, 2018). Kemudian Sinaga *et al.*, (2021), menerangkan bahwa nira tidak dapat bertahan lama selama proses penyimpanan yang akan berdampak pada penurunan pH setelah 4 jam penyimpanan. Hal ini disebabkan oleh proses fermentasi oleh khamir. Kualitas nira kental merupakan faktor penting dalam proses produksi karena nira kental merupakan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan gula kristal putih. Menurut Safari (2015), agar nira dapat diolah menjadi gula, nira harus memiliki antara pH 6 dan 7,5.

Semakin baik kualitas nira kental maka kandungan sukrosa semakin banyak dan gula kristal putih yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Selain itu, semakin baik kualitas nira kental maka proses pemasakan juga akan membutuhkan waktu yang lebih singkat. Akan tetapi, semakin lama penyimpanan nira kental sulfitasi dapat menurunkan kualitas sukrosa yang berdampak pada berkurangnya produk gula kristal putih dan akan menjadi tetes. Selain itu, *turbidity* atau kekeruhan yang dihasilkan akan meningkat sehingga warna yang dihasilkan juga meningkat dan berpengaruh terhadap warna gula kristal putih yang dihasilkan (Sosial, 2019). Oleh karena itu, dengan adanya tahapan penampungan nira kental di peti nira kental tersebut peneliti ingin mengetahui apakah lama penyimpan berpengaruh terhadap penurunan karakteristik nira yang dihasilkan pada proses produksi GKP (Gula Kristal Putih) di PG Kebon Agung.

2.BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Bahan baku yang digunakan yaitu Nira Kental Sulfitasi pada produksi gula di PG Kebon Agung, Bahan yang digunakan untuk analisis adalah $Al_2(SO_4)_3$, Serbuk kieselgurl (digunakan untuk Analisa warna pada nira), Aquadest. Alat yang digunakan untuk analisis adalah refractometer (Schmidt + Haensch), sakaromat (Schmidt + Haensch), pHmeter (ATC), chloromat (Schmidt + Haensch), turbiditymeter (Eutech TN-100), corong, erlemeyer, labu ukur, gelas tapis, kertas saring, pipet tetes, dosing pump, mixer

2.2 Metode

Penelitian dilakukan di laboratorium Quality Control PG Kebon Agung Malang. Proses pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil Nira Kental Sulfitasi di Peti Nira Kental sebelum proses pengkristalan pada produksi gula di PG Kebon Agung lalu sampel disimpan selama 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam didalam *waterbath* menggunakan suhu 50°C. Kemudian dilakukan pengukuran pada parameter nilai pH, total padatan terlarut (% brix), kandungan gula (% pol), warna (Icumsa) dan turbidity.

Nilai pH diukur menggunakan pH meter digital. Turbidity menggunakan turbiditymeter, metode Icumsa GS2/3-10 (1997) digunakan untuk analisa warna menggunakan chloromat yaitu dengan sampel diencerkan sampai brix 5 lalu ditambahkan serbuk kieselgurl 1 gram dan disaring di kertas saring dan dianalisa di chloromat. Metode AOAC (1999), digunakan untuk Analisa total padatan terlarut (%brix) menggunakan refaktometer, Metode Analisa Kandungan gula (%pol) dilakukan berdasarkan metode yang dilaporkan oleh Diyanto Kuspratomo *et al.*, (2015), menggunakan sakaromat dengan sampel diencerkan lalu ditakar 100 ml dan ditambahkan $Al_2(SO_4)_3$ 5 ml dan dihomogenkan lalu di saring dikertas saring dan dianalisa di sakaromat.

Analisis statistik

Seluruh analisis statistic menggunakan ANOVA (Analysis of Variance) pada $\alpha=5\%$ pada software IBM SPSS Statistics 20. Apabila hasil analisis menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata terhadap parameter penelitian, dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada $\alpha = 5\%$ untuk menentukan perlakuan mana yang berbeda nyata.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Padatan Terlarut (%Brix)

Penyimpanan Nira kental sulfitasi memiliki pengaruh yang signifikan ($p<0,05$) terhadap %Brix. Nilai %brix pada lama penyimpanan 0 jam sampai 4 jam mengalami kenaikan dan mengalami penurunan setelah 6 jam penyimpanan (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi presentase total padatan terlarut, semakin besar kemungkinan kandungan sukrosa dan nira yang dihasilkan semakin kental (Muhammad Aris, 2014). Menurut Kurniawan *et al.*, (2015), proses penyimpanan dalam waktu yang lama akan meningkatkan kekentalan nira sehingga nilai konsentrasi gula reduksi akan semakin meningkat. Selain itu, total padatan terlarut yang didapatkan meningkat selama penyimpanan karena reaksi hidrolisis oleh enzim invertase, yang

mengubah sukrosa dalam nira menjadi monosakarida (Irawan *et al.*, 2018). Peristiwa hidrolisis mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses ini merupakan reaksi pemecahan senyawa dengan bantuan enzim invertase, yang memecah karbohidrat menjadi glukosa. (Yuniwati *et al.*, 2020). Tingginya nilai Brix setelah penyimpanan penyimpanan disebabkan oleh akumulasi glukosa hasil proses hidrolisis karbohidrat yang lebih cepat dibandingkan dengan proses konversi glukosa yang menghasilkan energi dan H₂O. (Amiarsi, 2012)

Hal ini sesuai dengan penelitian Ariyanto (2022), yang menyimpulkan bahwa semakin lama penyimpanan, maka total padatan mengalami peningkatan. Menurut Saragih *et al.*, (2017), jumlah total padatan terlarut berbanding lurus dengan kandungan gula pada suatu bahan. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu penyimpanan yang digunakan, semakin banyak air dalam nira yang akan menguap. Ketika nira disimpan pada suhu 50°C, nira akan mencapai titik didihnya, dan air di dalamnya akan mengalami perubahan fase dari cair ke gas. Selain itu, semakin rendah kadar air gula cair, semakin tinggi nilai total padatan terlarut.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Imam Juadi (2018) menunjukkan bahwa total padatan terlarut dalam nira mengalami peningkatan selama 12 jam. Pada rentang waktu 0 jam hingga 4 jam, terjadi peningkatan, namun mengalami penurunan setelah 6 jam penyimpanan. Perubahan ini dapat diatribusikan kepada proses fermentasi yang mengubah sukrosa menjadi gula pereduksi.

Fermentasi oleh khamir dari genus *Saccharomyces* dan menghasilkan etanol yang dioksidasi oleh aktivitas bakteri dari genus *Acetobacter* membentuk asam asetat dalam nira (Sumanti, 2020). Menurut Naknean *et al.*, (2010), total padatan terlarut nira yang mengalami penurunan dapat disebabkan oleh aktivitas mikroba yang memfermentasi kandungan gula dalam nira. Mikroorganisme berkembang biak dalam nira dan terjadi fermentasi yang mengubah sukrosa menjadi glukosa serta fruktosa lalu kembali menjadi air dan alkohol. Alkoholisasi atau biasa disebut fermentasi alkohol merupakan proses konversi gula alkohol dan karbon dioksida (CO₂) oleh mikroorganisme, terutama *saccharomyces cerevisiae* dengan mekanisme pemecahan karbohidrat menjadi gula sederhana dengan menghidrolisis pati menjadi unit glukosa. (Idral *et al.*, 2012).

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Nira Selama Penyimpanan

Parameter	0 jam	2 jam	4 jam	6 jam	8 jam
Total padatan terlarut	63,02 ± 0,126 ^a	63,57 ± 0,115 ^c	64,07 ± 0,029 ^d	63,25 ± 0,050 ^b	62,30 ± 0,115 ^d
Kandungan gula	45,37 ± 0,645 ^{ab}	45,88 ± 0,592 ^{bc}	46,40 ± 0,150 ^c	46,00 ± 0,132 ^{bc}	44,62 ± 0,606 ^a
pH	5,43 ± 0,015 ^a	5,49 ± 0,010 ^{ab}	5,53 ± 0,047 ^b	5,48 ± 0,067 ^b	5,46 ± 0,070 ^b
Turbidity	548,67 ± 4,933 ^a	559,67 ± 7,095 ^a	562,67 ± 31,644 ^a	563,33 ± 6,506 ^a	590,67 ± 35,726 ^a
Warna	19072,67 ± 151,077 ^a	19111,33 ± 410,825 ^a	20600,67 ± 104,825 ^b	20742,33 ± 209,879 ^b	20770,67 ± 269,112 ^b

Keterangan: *) Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang berbeda menunjukkan bahwa adanya beda nyata nilai sampel berdasarkan uji duncan pada α=5%

Kandungan Gula

Parameter penting dalam penentuan kualitas nira adalah kandungan gula. Gula yang terkandung dalam nira adalah sukrosa, fruktosa dan glukosa (Dwi Erwinda & Susanto, 2014). Kandungan gula pada lama penyimpanan 0 jam sampai 4 jam mengalami kenaikan dan mengalami penurunan setelah 6 jam penyimpanan (Tabel 1). Peningkatan kandungan gula pada nira disebabkan oleh proses penguraian polisakarida menjadi gula sederhana (fruktosa, glukosa dan sukrosa) selama penyimpanan. Pembentukan sukrosa membutuhkan bantuan pembawa fosfat yakni uridin trifosfat atau dikenal dengan UTP. Reaksi Uridin Trifosfat (UTP) dengan glukosa-1-fosfat menghasilkan uridin difosfoglukosa (UDPG) dan pirofosfat. UDPG bereaksi dengan fruktosa-6-fosfat untuk menghasilkan sukrosa fosfat. Sukrosa fosfat diubah menjadi sukrosa dengan bantuan enzim fosfatase. Selanjutnya, ketika sukrosa dipecah dengan bantuan enzim sukrosa, terbentuk fruktosa serta glukosa. (Dwiraharjo, 2019). Penurunan kandungan sukrosa diduga karena adanya proses fermentasi oleh khamir genus *Saccharomyces*. Karbohidrat adalah substrat utama yang dipecah mikroorganisme menjadi unit gula yang lebih sederhana dalam proses fermentasi. Semakin lama disimpan, semakin banyak karbohidrat yang dipecah karena mikroorganisme memiliki lebih banyak kesempatan untuk memecahnya menjadi senyawa organik. (Fardiaz, 2018).

Hal ini sesuai dengan penelitian Dhika *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa kandungan gula pada Nira yang disimpan selama 2 jam dan 4 jam mengalami peningkatan, kemudian mengalami penurunan setelah 6 jam penyimpanan. Peningkatan ini disebabkan karena proses penguraian sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa sedang berlangsung. Dewi *et al.*, (2015) mengemukakan bahwa proses sakarifikasi yang maksimal menghasilkan kandungan gula tertinggi, sedangkan penurunan kandungan gula disebabkan oleh ketidakseimbangan laju sakarifikasi ketika mikroorganisme menggunakan gula pereduksi sebagai sumber nutrisi.

Hasil penelitian oleh Imam Juadi (2018) menyimpulkan bahwa lama penyimpanan nira pada suhu 30° C pada jam ke 0 sampai 6 mengalami peningkatan dan mengalami penurunan pada jam ke 8. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wang (2014), bahwa sukrosa terdegradasi melalui reaksi hidrolisis dengan lingkungan panas, asam, dan mineral tertentu. Reaksi hidrolisis atau reaksi inversi sukrosa ini terjadi secara spontan dalam kondisi yang asam.

pH

Hasil uji pH nira kental sulfitasi bernilai antara 5,43-5,53 (Tabel 1). Data yang diperoleh mengindikasikan perbedaan signifikan antara perlakuan 0 jam dengan perlakuan 2 jam, 4 jam, 6 jam, dan 8 jam terhadap pH nira kental sulfitasi. Variasi ini dapat diatribusikan kepada suhu penyimpanan, di mana pada suhu 50°C, mikroorganisme tidak dapat tumbuh optimal, dan kondisi panas dapat membuat nira menjadi lebih asam. *Sacharomyces sp* adalah mikroba dominan yang ditemukan dalam nira, sementara bakteri meliputi genus *Brevibacterium*, *Acetobacter*, *Leuconostoc*, *Serratia*, *Pediococcus* dan *Sarcina* (Muchtadi, 2010).

Penelitian oleh Singaravadivel *et al.* (2015) menyatakan bahwa pH nira segar sekitar 5,5 dan mengalami penurunan menjadi 4,21 setelah disimpan selama 24 jam pada suhu 28°C. Penurunan pH disebabkan oleh aktivitas mikroba yang mengubah sukrosa sebagai komponen utama nira menjadi etil alkohol (etanol) dan CO₂ (Winarko, 2020).

Menurut Paustian (2017), sel mikroba terdegradasi pada suhu tinggi ketika fluiditas membran sel meningkat dan kemudian pecah. Suhu yang lebih tinggi digunakan dapat

menghambat enzim intervas, membunuh mikroorganisme patogen, bahkan semua mikroorganisme dalam bahan pangan. Sukrosa dalam nira tidak difermentasi dengan baik oleh mikroorganisme awal yang sudah ada dalam nira segar seperti *Acetobacter aceti* *Saccharomyces* (Reny Sjarif *et al.*, 2021).

pH nira turun setelah disimpan selama 6 jam karena ragi dan mikroorganisme lainnya melakukan fermentasi gula dalam nira menjadi alkohol. Fermentasi oleh bakteri kemudian mengubah alkohol menjadi asam asetat, memberikan cita rasa asam yang khas. Dekomposisi ini menghasilkan cuka yang memberikan rasa asam dan menyebabkan penurunan nilai pH saat disimpan hingga 6 jam. Nira mengalami fermentasi spontan yang melibatkan bakteri asam laktat, khamir, dan bakteri asam asetat, sesuai penjelasan Sumanti *et al.* (2014), yang mengacu pada fenomena pembusukan asam laktat-asetat.

Penggunaan susu kapur pada nira kental sulfitasi memiliki kemampuan untuk menstabilkan pH, mencegah proses inversi yang dapat mengubah gula menjadi molase, dan menjaga pH nira agar tetap tinggi. Tujuan penambahan susu kapur adalah untuk melindungi nira dari pengaruh mikroba dan asam. Kapur atau CaO yang larut dalam air membentuk Kalsium Hidroksida (Ca(OH)₂), yang kemudian terionisasi menjadi Ca⁺⁺ dan OH⁻. Ions yang umumnya terbentuk dalam nira tebu adalah Ca⁺⁺ dan OH⁻. (Rahman *et al.*, 2016). Reaksi antara asam fosfat dan kapur yang menghasilkan endapan kalsium fosfat merupakan reaksi kimia pertama saat pemurnian nira. Endapan ini berupa kalsium hidrogen fosfat (CaHPO₄) atau tri-kalsium fosfat Ca₃(PO₄)₂, tergantung pada ion kalsium yang terkandung dalam nira. Selanjutnya, ion OH⁻ bebas yang dihasilkan membuat larutan nira bersifat basa (Nubation, 2014). Menambahkan susu kapur pada nira dapat meningkatkan pH karena keberadaan ion OH⁻. Perubahan ini dapat mempengaruhi sifat nira. Susu kapur juga dikenal memiliki kemampuan untuk menggabungkan protein dan merusak dinding sel mikroorganisme (Febi Haloho & Susanto, 2015).

Turbidity

Tingkat kekeruhan, atau turbidity, dalam nira kental sulfitasi menunjukkan perubahan selama periode penyimpanan 0 jam hingga 8 jam, sebagaimana tergambar pada Tabel 1. Peningkatan nilai turbidity mengindikasikan penurunan kualitas nira kental sulfitasi karena adanya warna yang membuatnya semakin keruh. Penelitian oleh Dyah Oktaviani *et al.*, (2022) mengungkapkan bahwa selain lama penyimpanan, suhu juga memiliki pengaruh terhadap turbidity nira; semakin tinggi suhu, semakin rendah nilai turbidity nira. Data menunjukkan rentang nilai turbidity pada nira yang dianalisis berkisar antara 71 SiO₂ hingga 98 SiO₂, dengan suhu berkisar antara 89°C hingga 94°C. Ini menegaskan bahwa semakin rendah suhu (< 100) °C yang dihasilkan oleh nira, semakin tinggi nilai turbidity nira.

Temuan ini konsisten dengan penelitian Mulyawanti *et al.* (2016), yang menunjukkan bahwa turbidity nira meningkat selama periode penyimpanan 0 jam sampai 9 jam. Peningkatan turbidity dalam nira disebabkan oleh aktivitas mikroba yang menguraikan kandungan sukrosa. Kandungan gula dalam nira tidak mampu menahan keasaman, sehingga jika nira bersifat asam, gula akan mengalami konversi menjadi gula pereduksi, menyebabkan kekeruhan. Kekeruhan ini dipicu oleh reaksi Maillard, di mana gugus amino protein bereaksi dengan gugus karbonil dari residu amino bebas, rantai peptida, atau karbohidrat selama penyimpanan jangka panjang pada suhu tinggi (Yokotsuka dan Sasaki, 1998). Selain itu, kekeruhan juga disebabkan oleh reaksi antara asam amino dan gula sebagai hasil aktivitas enzim amilase dalam menghidrolisis karbohidrat, yang kemudian menyebabkan pencoklatan (Husaini, 2019).

Warna (Icumsa)

Kualitas warna nira sangat dipengaruhi oleh waktu penyimpanan, sebagaimana tergambar pada Tabel 1. Pengukuran warna menggunakan Chloromat 100 pada sampel nira kental sulfitasi menunjukkan bahwa warna tertinggi terdapat pada sampel dengan lama penyimpanan 8 jam dan suhu 50°C. Penyebab utama adalah reaksi karamelisasi yang terjadi selama penyimpanan, menghasilkan pigmen warna coklat (melanoidin) (Naja et al., 2021). Perlu dicatat bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan, semakin intens warna nira yang dihasilkan, sejalan dengan temuan Dedin et al. (2016). Studi oleh Zuliana et al. (2016) mendukung hal ini dengan menunjukkan bahwa proses pemanasan dapat memicu reaksi Maillard antara gula dan asam amino dalam cairan nira, menghasilkan warna coklat. Warna pucat pada nira mungkin menunjukkan bahwa reaksi pencoklatan tidak berjalan dengan optimal, yang pada dasarnya merupakan reaksi karamelisasi. Suhu pemanasan juga berpengaruh pada reaksi karamelisasi selama penyimpanan nira.

Temuan ini konsisten dengan penelitian Yunita et al. (2018), yang menunjukkan bahwa nira yang disimpan cenderung menghasilkan warna coklat yang semakin intens. Semakin tinggi suhu penyimpanan, semakin tinggi intensitas warna yang dihasilkan. Warna kecoklatan pada nira dipicu oleh reaksi karamelisasi dan Maillard, yang menghasilkan pigmen warna coklat (melanoidin). Mekanisme Reaksi Maillard melibatkan tiga langkah, mulai dari pembentukan glikosilamin, dehidrasi senyawa glikosilamin menjadi turunan reduktan, furan, dan senyawa karbonil lainnya, hingga perubahan furan dan karbonil menjadi senyawa warna dan citarasa (Yulistiani, 2018).

4.KESIMPULAN

Lama penyimpanan nira kental sulfitasi memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik nira yang dihasilkan. Semakin lama penyimpanan nira kental sulfitasi, karakteristik nira menurun. Terjadi peningkatan total padatan terlarut dan kandungan gula selama penyimpanan 0 jam hingga 4 jam, sementara mengalami penurunan setelah 6 jam penyimpanan. Kekeuhan dan warna nira mengalami peningkatan yang mencolok selama 8 jam penyimpanan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, (1999). Official Method of Analysis. 16th edition. As sociation of Official Analytical Chemist International. USA
- Ames, J. M. (1992). The Maillard Reaction. Di dalam: Hudson, B. J. F. (ed.). Biochemistry of Food Proteins. Elsevier Applied Science, London & New York
- Amiarsi, D. (2012). Pengaruh Konsentrasi Oksigen dan Karbondioksida Dalam Kemasan Terhadap Daya Simpan Buah Mangga Gedong.
- Dedin, F. R., Fardiaz, D., Apriyantono, A., & Andarwulan, N. (2016). Isolation and Characterization of Soy Sauce Melanoidin And Its Role As Antioxidant. In Jurnal Teknologi dan Industri Pangan (Vol. 17, Issue 3, pp. 204–213).

- Dhika, 1a, Sukmana, J., Suhada, A., Gusti, I., Nyoman, A., Yanti, D., & Anam, H. (2022). Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar “gula reduksi” Nira Aren Dengan Penambahan Kapur Sirih. *Journal of Authentic Research*, 1(1), 14. <https://doi.org/10.36312/jar.v1i1.636>
- Diyanto Kuspratomo, A., Fakhry Teknologi Industri Pertanian, M., Pertanian, F., Trunojoyo Madura Korespondensi, U., & Raya Trunojoyo POBOX, J. (2015). Pengaruh Varietas Tebu, Potongan dan Penundaan Giling Terhadap Kualitas Nira Tebu. In *Agrointek* (Vol. 6, Issue 2).
- Dwiraharjo, D.,(2019). Pengantar Fisiologi Tumbuhan. PT Gramedia. Jakarta. Hal 127 – 153
- Dwi Erwinda, M., & Susanto, W. H. (2018). Pengaruh pH Nira Tebu (*Saccharum officinarum*) dan Konsentrasi Penambahan Kapur Terhadap Kualitas Gula Merah The Effect of Lime Concentration Additiaon and Cane Juice pH Value on Brown Sugar Quality (Vol. 2).
- Dyah Oktaviani, A., Sudarminto, H. P., & Yunus, M. (2022). Pengaruh Suhu dan pH Terhadap Turbidity Nira Encer Pada Door Clarifier di PG Modjopanggoong Tulungagung. 2022(1), 232–237. <http://distilat.polinema.ac.id>
- Fardiaz, S. (1992). Mikrobiologi Pangan I. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Febi Haloho, W., & Susanto, W. H. (2015). Pengaruh Penambahan Larutan Susu Kapur dan STPP (Sodium Tripolyphospat) Terhadap Kualitas Gula Kelapa (*Cocos nucifera* L) Effect the Addition of Lime and Sodium Tripolyphospate (STPP) to Quality Palm Sugar. In *dkk Jurnal Pangan dan Agroindustri* (Vol. 3).
- Filianty, F., Sapta R. & Prayoga Suryadarma. (2018). Perubahan Kualitas Nira Tebu (*Saccharum officinarum*) Selama Penyimpanan dengan Penambahan Akar Kawao (*Millettia* Sp.) dan Kulit Batang Manggis (*Garcinia mangostana* L.) sebagai Bahan Pengawet. *Jur. Tek. Ind. Pert.* Vol. 20 (1), 57-64.IPB, Bogor.
- Fitri, Y. F. (2008). Pengaruh Penambahan Susu Kapur (CaOH_2) dan Gas SO_2 Terhadap pH Nira Mentah Dalam Pemurnian Nira di Pabrik Gula Kwala Madu PTP Nusantara II Langkat. [Karya Ilmiah]. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Husaini. (2019). Optimasi Pendayagunaan Komoditas Pangan yang Kurang Termanfaatkan. Loka karya Pengembangan Pangan Alternatif, KMRT, HKTI & BPPT. Jakarta
- Imam Juadi, S. (2018). Penambahan Kayu Kurut (*Dysoxylum parasiticum*) dan Lama Waktu Penyimpanan Pada Suhu Ruang Terhadap Sifat Fisikokimia dan Total Khamir Nira Aren. Universitas Mataram
- Irawan, S. A., Ginting, S., Karo-Karo, T., Pangan, T., Pertanian, F., & Medan, U. (2018). Pengaruh Perlakuan Fisik dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Minuman Ringan Sari Tebu (The Effect of Physical Treatment and Storage Time on The Quality of Sugar Cane Juice). In *Ilmu dan Teknologi Pangan J.Rekayasa Pangan dan Pert* (Vol. 3).
- Kosanke, R. M. (2019). Perencanaan Unit Sentrifugasi, Pengemasan dan Penggudangan Pabrik Gula Tebu SHS 1A Dengan Kapasitas Produksi 2000 Kuintal Per Hari. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Kurniawan, F., Hartini, S., & Hastuti, D. (2015). Pengaruh Pemanasan Terhadap Kadar Pati Dan Gula Reduksi pada Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lamk). *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan Sains X. BI/KI/MA*, 1–10.

- Muchtadi, D. (2010). Kedelai komponen untuk kesehatan. Bandung: Alfabeta, 50–172.
- Muhammad Aris, A. (2014). Analisis Mutu Kimia Inversi Nira Tebu (*Saccharum officinarum* L.)
Lincoln Arsyad, 3(2), 1–46.
<http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127>
- Mulyawanti I, Setyawan N, & Nur A. (2016) Evaluasi Mutu Kimia, Fisika dan Mikrobiologi Nira Aren (*Arenga pinnata*) Selama Penyimpanan. *Agritech*. 31(4), 325-332
- Naja wilberta.,Nge Titin Sonya.,Solle Hartini R.L., (2021) Analisis Kandungan Gula Reduksi pada Gula Semut Dari Nira Aren Yang Dipengaruhi pH Dan Kadar Air. *Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro*
- Naknean, P., Meenune, M., & Roudaut, G. (2010). Characterization of palm sap harvested in Songkhla province, Southern Thailand. *International Food Research Journal*, 17(4), 977–986.
- Ningsih, M. S., Nugroho, W. A., Argo, D., Keteknikan, J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., Veteran, J., & Korespondensi, P. (2016). Perbandingan Efektivitas Mesin Gilingan Susunan 3 Rol dan 4 Rol dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di PT. PG. Candi Baru Sidoarjo Comparison of Effectiveness Milling Machine 3 Rollers and 4 Rollers Structure with Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in PT. PG. Candi Baru Sidoarjo. In *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* (Vol. 4, Issue 1).
- Nubatonis, L. M. (2014). Kajian Reaksi Pencoklatan Termal pada Proses Pembuatan Gula Merah dari Aren. Tesis. Program Studi Ilmu Pangan. Fakultas Pasca Sarjana. IPB, Bogor
- Paustian, T. (2017). *Microbiology and bacteriology*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Rahman, M., P.K. Sen., F.M. Hasan., S.M.A. Miah, dan H.M. Rahman. (2016). Purification and Characterization of Invertase Enzyme from Sugarcane. *Pakistan J Biol Sci*, 7 (3) : 340-345
- Reny Sjarif, S., Nuryadi, A. M., Sulistyorini, J., Sukron, A., Riset, B., Standardisasi, D., Manado, I., Raya, J., & Dua, P. (2021). Pengaruh Penambahan Glukosa dan Derajat Brix Untuk Menghambat Proses Kristalisasi Pada Produk Gula Cair Nira Aren. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 13(1).
- Salam, M., Fitra, D., Statistika, D., Matematika, F., & Data, S. (2018). Pengendalian Kualitas Gula Kristal Putih (GKP) di PG Tjoekir Jombang Menggunakan Diagram Kontrol Multivariat Berbasis Time Series. 1(1).
- Sinaga, O. T., Fevria, R., Violita, V., & Chatri, M. (2021). Pengaruh Suhu Terhadap Waktu Fermentasi Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr.). *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 2(1), 21–27. <https://doi.org/10.32939/symbiotic.v2i1.12>
- Soejana, F. (2020). Pengendalian Mutu Proses Produksi Gula di PT. Perkebunan Nusantara X Pabrik Gula Gempolkrep Mojokerto. *Jurnal Teknotan*, 14(2), 1–6.
- Sosial, I. (2019). Universitas Bakrie Tahun 2019 Analisis Biaya Pokok Produksi Gula di Indonesia Lembar Pengesahan Proposal Penelitian Tahun 2019. 1–26.
- Sulistyaningrum, A., Yanto, T., & Naufalin, R. (2015). Perubahan kualitas nira kelapa akibat penambahan pengawet alami. *J. Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12(3), 137–146.
- Widyastuti, C. (2017). *Diklat Kuliah Teknologi Gula*. UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya.
- Winarko, S.(2020). *Microbiology and bacteriologi*. Universitas Airlangga. Surabaya

- Yulistiani, R. (2018). Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori dan Fisikokimia Roti Tawar . Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 5(1), 56-57
- Yunita., Yulia, S. I., dan Feni, W. M. (2018). Potensi Air Nira Aren sebagai Sumber Isolat Bakteri Asam Asetat (BAA). BIOSELULER, 1(3) : 134-138.
- Yuniwati, M., Ismiyati, D., & Kurniasih, R. (2020). Kinetika reaksi hidrolisis pati pisang tanduk dengan katalisator asam chlorida. Jurnal Teknologi, 4(2), 106–112.
- Zuliana, C., Widyastuti, E., & Susanto, W. H. (2016). Pembuatan Gula Semut Kelapa (Kajian Ph Gula Kelapa dan Konsentrasi Natrium Bikarbonat) [IN PRESS JANUARI 2016]. Jurnal Pangan Dan Agroindustri, 4(1)..